UTE Nº. 1703174

[redacted]

RENOVACION PRESA Y CENTRAL DR. GABRIEL TERRA.
DECLARACION DE OBRAS DE INTERES NACIONAL.
ALCANCE DE LAS OBRAS DE RENOVACION.

La Central Hidroeléctrica "Dr. Gabriel Terra", situada sobre el Río Negro en Rincón del Bonete, inició la producción de energía eléctrica con una primera unidad en diciembre de 1945 y con las cuatro unidades en diciembre de 1948.

En abril de 1959, se produjo la mayor creciente registrada en el Río Negro, que ocasionó la inundación de la Casa de Máquinas de la Central, quedando sumergidas durante alrededor de un mes la mayor parte de las instalaciones electromecánicas de generación y transformación. A consecuencia de ello, se rebobinaron posteriormente los alternadores. La maquinaria rehabilitada volvió a entrar en servicio entre marzo y junio de 1960.-

Si bien el funcionamiento de las referidas instalaciones es relativamente correcto, ello se consigue mediante un programa de mantenimiento muy riguroso y por la fabricación en talleres propios o por contrato, de importante cantidad de repuestos o por la recuperación de piezas usadas. En algunos casos no es posible obtener partes de repuestos ni aún en esas condiciones, por lo cual es necesario realizar adaptaciones, modificaciones o sustituciones importantes.
El costo de los repuestos obtenibles en esas condiciones o el de las adaptaciones suele ser muy elevado por tratarse de elementos fuera de la tecnología y líneas de fabricación actuales.

Desde hace algunos años se vienen registrando indicios de progresivos deterioros y obsolescencia, que plantean reservas sobre el estado y confiabilidad de diversos elementos vitales (circuitos magnéticos y bobinados de alternadores, sistema de excitación, sistemas de regulación de tensión y regulación de velocidad, protecciones, servicios auxiliares, prensa de turbina, gatos de elevación y frenado, revestimiento de tubos de aspiración y anillos de garganta, sellado de compuertas de aliviaderos y grúa pórtico aguas abajo). También existen dudas sobre el estado de los cubos de la turbina, servomotores de palas de distribuidor y de álabes de rodete.

En vista que la presa y el embalse aún tienen una vida útil restante muy larga y considerando el papel fundamental de la mismas en la economía energética nacional, se consideró ineludible llevar las instalaciones electromecánicas del dique y de la central a un grado de confiabilidad adecuado; renovándolas de modo de lograr un período adicional de vida útil de 20 a 25 años.

SUMINISTROS Y MONTAJES

El conjunto de trabajos, suministros y montajes para la renovación de la presa y central fue objeto de una licitación pública internacional en un contrato único.

Esta licitación está dividida en lotes a los efectos de ordenar y facilitar la comprensión de las especificaciones.

Los lotes son:

1 - Turbinas.
2 - Reguladores de velocidad.
3 - Reconstrucción de alternadores, excitación y regulador de tensión.
4 - Instalaciones eléctricas.
5 - Organos de cierre y equipos de manipulación.

Estos lotes comprenden:

Lote 1: Turbinas

- Desmontaje y montaje del conjunto de partes y elementos que constituyen la turbina.
- En el rodete, desmontaje completo del rodete actual y su reemplazo por rodete y álabes nuevos.
- La puesta a nuevo del servomotor de comando de álabes del rodete y tubos Kaplan.
- La sustitución del revestimiento de chapa del tubo de aspiración en una altura de 1 m aproximadamente por debajo de su unión con el anillo de garganta; se incluye todos los trabajos de ingeniería civil que se requieran tales como demolición y reconstrucción de los hormigones, empotramientos, anclajes e inyecciones.
- La puesta a nuevo de las válvulas y las cañerías de vaciado del tubo de aspiración y de la conducción forzada.
- El desmontaje del distribuidor para:
  . Sustituir el sistema actual de engrase, por un sistema que utilice materiales autolubricados.
  . La modificación del sistema de sellado de los cojinetes superiores de las compuertas del distribuidor.
- La modificación del dispositivo de sellado del eje de la turbina, para adaptar sobre el eje una camisa en dos mitades desmontables.
- Suministros de equipos y accesorios para el drenaje del sumidero de la turbina.
- La sustitución de los cojinetes de empuje.
- La inspección y eventual puesta a nuevo de los 3 cojinetes de guía, de la unidad turbina-alternador.
- La sustitución de los detectores destinados a la medida y al control de las temperaturas de las partes mecánicas de las unidades, incluyendo los de los cojinetes de guía y los del cojinete de empuje.
- La instalación de detectores de vibraciones.

- El suministro e instalación de detectores de nivel, presión y circulación de los cojinetes.
- La puesta a nuevo de las valvulas de aereación.

En los elementos comunes a las 4 unidades:

- Revestimientos de pintura de los equipos.

Lote 2: Reguladores de velocidad

1 Regulador

Los suministros y servicios comprenderán para cada una de las cuatro (4) unidades:

- El suministro de un regulador electrónico de acción continua, proporcional, integral y diferencial (P.I.D.); El comportamiento del regulador estará definido por un cierto número de parámetros, cuyos valores numéricos serán ajustables sobre el equipo; la modificación de alguno de ellos no alterará los valores fijados para los demás.
  Estarán integrados al regulador:
  . El limitador de abertura.
  . El sistema de conjugación entre el ángulo de álabes y la abertura del distribuidor, regulado en función del salto de acuerdo a las curvas concoidales de rendimiento.
  . El limitador de potencia en función del salto a fin de evitar los riesgos de cavitación y limitar la potencia máxima autorizada.
  . Los órganos de comando.
  . Los sistemas de control de velocidad, necesarios para los esquemas de automatismo.
  . El dispositivo de conmutación de parámetros, para la marcha en red aislada.
  . La regulación del estatismo, que debe poder regularse, como mínimo, de 0 a 6% mediante un conmutador, cada 1%.
- Los captores que traducen un cierto número de valores fisicos en señales eléctricas proporcionales enviadas al regulador:
  . Abertura del distribuidor.
  . Angulo de los álabes.
  . Posición de las válvulas hidraúlicas principales de distribución.
  . Velocidad de giro.
- Los indicadores de:
  . El comando velocidad-carga.
  . El limitador de abertura.
  . La posición del distribuidor.
  . La posición de los álabes.
  . La velocidad de la unidad.
- El dispositivo automático para colocar o sacar de servicio la conjugación.
- La electroválvula de seguridad que provoca el cierre del distribuidor por falta de tensión.

- Un sistema independiente de la regulación, para detectar los umbrales de velocidad de la unidad, con las siguientes funciones:
  . Unidad detenida.
  . Aplicación de frenos.
- Los accesorios de automatismo, de control y de protección; en particular comprende a una protección de sobrevelocidad.
- El dispositivo de alimentación del regulador, a partir de la fuente de corriente continua de 125 voltios de la Central.

El comando de la Central prevee el funcionamiento conjunto de las 4 unidades.

El suministro comprende el reemplazo de los circuitos hidraúlicos de potencia (exceptuando los servomotores), así como del aceite y de todos los elementos mecánicos de comando y realimentación.

2 **Estación de aceite**

Los suministros comprenderán:

- El dispositivo de inyección de aire en el acumulador;
- La válvula de aislamiento de regulación;
- Los captores de presión y nivel empleados para los circuitos del automatismo de inyección de aire, protecciones y señalizaciones de la estación de aceite a presión;
- La puesta a nuevo de las instalaciones existentes.

3 **Medición de caudal**

Los suministros comprenden un sistema de medida de caudal de agua de la turbina de cada unidad. Este equipo permitirá en particular:

- La medida de los volúmenes de agua manejados en la presa "Dr. Gabriel Terra" para la gestión del conjunto de centrales de generación hidroeléctrica del Río Negro.
- La medida del rendimiento relativo de las unidades de la Central.

<u>Lote 3: Reconstrucción de alternadores, excitación y regulación de tensión</u>

- La reconstrucción del alternador, que comprende:
  . El desmontaje del rotor y del eje del alternador.
  . El reemplazo del circuito magnético del estator.
  . El reemplazo del bobinado estatórico.
  . La sustitución de las bobinas polares.
  . La sustitución de los gatos de frenado y levantamiento.

. El dispositivo de presión de aceite para el levantamiento de la unidad.
. La puesta a nuevo del circuito de agua de refrigeración.
. La adaptación de las cuberturas existentes al nuevo sistema anti-incendio.

- La sustitución del sistema actual de excitación y regulación de tensión por:
  . Un sub-conjunto de potencia de excitación estática y el transformador de alimentación correspondiente.
  . Un sub-conjunto de bajo nivel de potencia necesario para la regulación de tensión.
- El suministro e instalación de la protección anti-incendio por CO_2.
- El sumunistro e instalación de los accesorios de control (sondas, termostatos, presóstatos, termómetros, manómetros, etc.).
- El suministro e instalación de los cables que cumplen las siguientes funciones:
  . La conexión de potencia entre el circuito inductor del alternador y el sub-conjunto de potencia de excitación.
  . Los enlaces de los accesorios de control a un tablero general.
  . Las conexiones de potencia entre los constituyentes del sub-conjunto potencia de excitación y el transformador de alimentación.

Lote 4: Instalaciones eléctricas

Comprenderá los suministros y los trabajos destinados a equipar y poner en servicio industrial, cada una de las cuatro unidades, los servicios auxiliares generales de la usina y los aliviaderos. En particular:

- La instalación y el cableado de los componentes del sistema de excitación y regulación de tensión a las barras existentes de salida del alternador en 13,8 kV.
- La sustitución de los transformadores de medida de tensión.
- La sustitución de los transformadores de corriente destinados a la medida, a las protecciones eléctricas y al regulador de tensión.
- Las fuentes auxiliares de baja tensión de corriente continua; el suministro e instalación de:
  . Dos baterías de 125 voltios para los circuitos de comando y control de la Central con sus rectificadores y el grupo de resistencias para el mantenimiento de las mismas.
  . Un ondulador "continua 125 voltios/alterna 220 voltios" para los circuitos de corriente estabilizada.
  . Los dispositivos "rectificadores" que deberán ser asociados a la batería de 250 voltios actualmente en servicio.
- El desmontaje de las celdas de 13,8 kV existentes y

el suministro y montaje de las nuevas celdas, de forma tal de permitir el servicio de las unidades que no se encuentren en renovación en ese momento.

- El suministro e instalación de los tableros de baja tensión de corriente alterna y corriente continua necesarios para la alimentación de los servicios auxiliares y los circuitos de comando y control de la Central, de la toma de agua y del aliviadero.
- El suministro e instalación de los equipos vinculados a la realización de los circuitos de protección, de medida, de comando y control de cada unidad con su transformador de potencia y sus auxiliares, hasta las conexiones a los juegos de barras de 150 kV, comprendiendo autómata de protección y automatismos de arranque y parada, de regulación de la velocidad, de regulación de tensión, de limitación de la potencia activa , de vigilancia de temperaturas, de control conjunto de las unidades y medidores de energía.
- La realización de los circuitos para los servicios

liares generales de la Central y del aliviadero y los tableros de comando de las salidas de 150 kV de la subestación de transmisión.

- Registrador cronológico de eventos.
- Sistema de tratamiento de la información.(Computadora)
- La reubicación de la sala de mando, comprendiendo los trabajos de albañilería, el retiro de paneles de la sala de mando actual, el montaje de los nuevos y cableado completo.
- Las instalaciones completas de iluminación y de fuerza motriz hasta los artefactos de iluminación y las tomas de corriente distribuidas en la Central.
- El cableado eléctrico con todas las canalizaciones y accesorios de montaje, incluidas las cajas de conexión. En particular:
  - . El cableado de media tensión de 13,8 kV:
    - .. Desde las celdas existentes de los alternadores hasta el transformador principal de cada unidad.
    - .. Desde las celdas existentes de los alternadores hasta las celdas de 13,8 kV.
    - .. Desde las celdas de 13,8 kV hasta los transformadores de 13,8 kV/0,380 kV existentes.
  - . Las conexiones en baja tensión que van desde los transformadores de 13,8 kV/0,380 kV existentes hasta los tableros generales en baja tensión.
  - . Las conexiones en baja tensión dispuestas para los locales de la toma de agua y de las bombas de achique y vaciado.
  - . La conexión en baja tensión que va hasta el aliviadero a través del coronamiento de la presa y que forma un anillo de seguridad.
  - . El cableado en baja tensión necesario para todas las conexiones entre la Central y la toma de agua de las unidades y entre la Central y el aliviadero.
- Todos los circuitos de puesta a tierra.

- Los enclavamientos mecánicos de seguridad mediante cerraduras y llaves apropiadas para los equipos.
- La instalación de un sistema de ventilación y presurización de la sala de máquinas, sala de montaje, sala de turbinas, galerías, pañoles y otros. Incluirá además la instalación para la extracción de CO_2 de los recintos del alternador.
- Las instalaciones de acondicionamiento de aire para la sala de comando y las oficinas.
- La instalación de aire comprimido común a las unidades para el sistema de regulación de velocidad y para el frenado.
- La instalación de un sistema de detección y alarma de incendio en distintos puntos de la Central, incluyendo la sala de mando.

Lote 5: Organos de cierre y equipos de manipulación

Comprenderá:

Para los cierres de los vanos del aliviadero:

- El suministro e instalación de un sistema de cierre de servicio de las compuertas existentes.
- El suministro e instalación de un pórtico para manipulación de las instalaciones del aliviadero.
- El suministro de las barras de carga necesarias
- La puesta a nuevo de las compuertas existentes del aliviadero y de los tornos de levantamiento de las mismas; se incluye la modificación de los sellados laterales e inferiores de las 12 compuertas existentes.
- El suministro e instalación de vías (vigas, apoyos, muros, rieles y todas las piezas accesorias).

Para los cierre de los tubos de aspiración de los grupos:

- El suministro e instalación de un pórtico para la manipulación de los cierres de servicio de los tubos de aspiración y las estructuras metálicas que cubren las ranuras para la colocación de éstos; los elementos de cierre deberán poder ser izados de a dos juntos y de a uno.
- La modificación de los 32 (8 x 4) elementos de cierre existentes para permitir su maniobra de a dos.
- El suministro de la barra de carga concebida especialmente para manipular los elementos de cierre de a dos y de a uno y la estructura metálica que cubre las ranuras.
- La reparación de los umbrales de cierre, a realizar mediante trabajos subacuáticos.
- El suministro e instalación de pantallas o eliminadores de corriente de agua necesarios para la protección de los buzos.

Para la toma de agua:

- Para las rejas de la toma de agua:
  - El suministro e instalación de 21 paneles de rejas formados por barrotes y tirantes.
  - Las piezas, tornillos y pernos necesarios para la fijación de los paneles en el momento del montaje.
  - El suministro e instalación de pantallas o eliminadores de corriente de agua necesarios para la protección de los buzos.
  - Desmontaje y montaje de los paneles de reja a realizar mediante trabajos subacuáticos.
  - Reacondicionamiento de los paneles de rejas existentes y aplicación de revestimiento anticorrosivo.
  - Suministro y colocación de 8 redes de protección (4 x 2) en las estructuras de las tomas, mediante trabajos subacuáticos.
  - Inspección de las instalaciones sumergidas, situadas próximo a las tomas de agua y pequeñas reparaciones si fuera necesario, a realizar mediante trabajos subacuáticos.
- Para las compuertas de toma:
  - La aplicación del revestimiento anticorrosivo de las compuertas.
  - Puesta a nuevo de los servomotores de las compuertas, incluyendo la modificación del sistema de sellado y el suministro de nuevos sellados.
  - Sustitución del vástago del servomotor de la unidad 1.
- Accesorios de funcionamiento de los pórticos:
  - El suministro e instalación de los conductos, tuberías y el cableado entre los diversos elementos del suministro.
  - La instalación eléctrica y electromecánica necesaria para el funcionamiento de los equipos y el control del mismo, incluyendo: fines de carrera y de sobrecarrera, selectores, captores y dispositivos de protección, indicadores de posición, relés de control y de señalización, motores auxiliares, instrumentos de medida.
  - El Contratista se procurará las cargas necesarias para el ensayo de los pórticos.
- Juntas de dilatación de las conducciones forzadas:
  - Desmontaje, reacondicionamiento y montaje de las juntas de dilatación actuales.
  - Suministro de los elementos necesarios para dicho reacondicionamiento.
  - Retoque de la pintura externa e interna de las conducciones forzadas.

Otros

Estarán a cargo del contratista, los trabajos de ingeniería civil necesarios para la adaptación de su suministro tales como: demoliciones, albañilería, empotramientos y refuerzo de las fundaciones, en caso que los estudios demuestren que las solicitaciones transmitidas superan los límites de

soportabilidades de las fundaciones existentes.

Asimismo deberá suministrar las herramientas necesarias para el desmontaje, montaje y regulación de elementos, tales como eslingas, aparejos y otros accesorios necesarios para las maniobras y trabajos previstos así como suministrará las piezas de repuesto y elementos de consumo necesarios desde la puesta en servicio de los equipos.

Las erogaciones correspondientes a estos Suministros y montajes se evalúan en U$S 46.985.208.

Problemas en el sello del cubo del eje.

Gracias por los faxes dando mas información referente al tema. **Hemos** discutido esto con varios de nuestros Ingenieros y hemos **expuesto** nuestros pensamientos como sigue:

1. **Daños causadas** por escombros y arena.

Pensamos que esta no es la causa del problema por varias razones.

* **La cantidad** de escombros y arena es relativamente pequeña y **debió** haber sido limpiado rápidamente cuando la unidad fue **iniciada** después de la renovación. Las cantidades de arena del **arenado** es insignificante en cuanto al fluido de agua de alrededor de 120 m/3 o mas.
* El agua de enfriamiento es llevada desde la sección superior del caracol mientras que los escombros y arena tenderían a pasar a través de la sección inferior del caracol.
* El rodete, la pintura en el caracol, palas fijas y palas del distribuidor deberían mostrar signos de erosión si cantidades significantes de arena estuvieran pasando a través de la turbina.
* El agua en la cara externa del separador, separador como lo conocemos, no estaría agitándose ya que hay solo 8 agujeros en la sección vertical del aro y el agua de limpieza/enfriado estaría pasando desde el lado de la carcasa al lado del eje del aro. La cara del eje del separador debería mostrar signos de erosión si la arena fuera la causa del problema.

2. Reacción Electro-química

A una lectura pH entre 6.9 y 7.1 el agua del río es tan neutral como uno podría esperar.
La diferencia potencial entre el acero carbón de la carcasa y el acero inoxidable del anillo separador no causará problemas con agua de esta neutralidad, especialmente como no se espera que las partes estén en contacto una con otra.

3. Corrientes del eje.

No pensamos que esto pudiera ser la causa del problema. La excitación estática no debería crear mas problemas de corriente de eje que el sistema de excitación de rotación adaptado originalmente. El sello del eje está también ubicado bastante por debajo del sistema del eje y corrientes del eje son usualmente vistas como cráteres pequeños mas que como ranuras en el cubo de acero.

General

Las marcas observadas en las posiciones "Y" del plano enviado por ustedes son lo que uno podría esperar y debido a corrosión preferencial. Los sellos son echos de cuerdas de material y cuando son comprimidos para efectuar un sellado las cuerdas presionan fuertemente la carcasa del sello con espacios entre las cuerdas donde se realiza la corrosión dando las marcas como son descriptas por ustedes.

Que el separador tuvo que ser martillado para removerse sugiere que los diámetros exteriores son demasiado grandes. Su función es mantener los sellos superiores e inferiores en el lugar, separados uno del otro y estar bien claro del eje y la carcasa del sello. Ustedes definieron la posición exacta de las ranuras y lo profundas que eran ¿ será posible que el anillo esté rotando con el eje y de acá la causa del problema? . Sugeriríamos que el diámetro interno y externo del anillo del separador sea maquinado para dar una holgura mayor.

La superficie interna de la carcasa del sellado es, creemos, una superficie maquinada sin protección como por ej. pintura e inevitablemente corroe desde la puesta en servicio de la turbina. Sugeriríamos que esta superficie sea pintada con pintura adecuada, Belzona líquida o aún una capa de resina epoxy con preparación de superficie adecuada. Esto debería también eliminar cualquier tendencia de corriente del eje ya que la capa actuará como una barrera aislante.

La propuesta del contratista de adaptar un filtro en la línea de abastecimiento de agua al sello del eje es razonable. De todos modos, para determinar si el problema es debido a escombro/arena la reja usada debería ser muy fina, digamos 100 micras, así la arena atrapada puede ser vista y monitoreada durante inspecciones regulares.